

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-198187

(43)Date of publication of application : 12.07.2002

(51)Int.Cl. H05B 33/26
H05B 33/10
H05B 33/14
H05B 33/22

(21)Application number : 2001-316910

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 15.10.2001

(72)Inventor : TANAKA TAIZO

(30)Priority

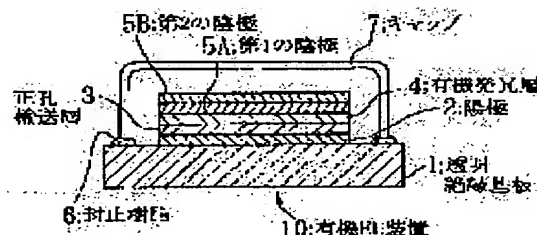
Priority number : 2000317165 Priority date : 17.10.2000 Priority country : JP

(54) ORGANIC EL DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a high rectification ratio, without reducing the throughput for equipment manufacturing.

SOLUTION: An organic EL equipment 10 has a composition, in which the principal part of the element that is formed of a positive pole 2, an hole transport layer 3, an organic luminescence layer 4, a 1st negative pole 5A, and a 2nd negative pole 5B on a transparent insulation board 1, and oxygen is contained in the interface of the organic luminescence layer 4 and the 1st negative pole 5A.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3571020

[Date of registration] 02.07.2004

BEST AVAILABLE COPY

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-198187
(P2002-198187A)

(43) 公開日 平成14年7月12日 (2002.7.12)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーム(参考)
H 0 5 B 33/26		H 0 5 B 33/26	Z 3 K 0 0 7
33/10		33/10	
33/14		33/14	A
33/22		33/22	D

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-316910(P2001-316910)
(22) 出願日 平成13年10月15日 (2001. 10. 15)
(31) 優先権主張番号 特願2000-317165(P2000-317165)
(32) 優先日 平成12年10月17日 (2000. 10. 17)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

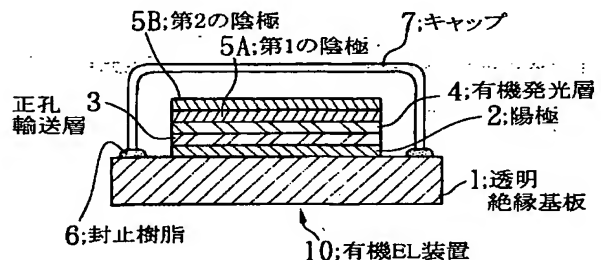
(71) 出願人 000004237
日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号
(72) 発明者 田中 泰三
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内
(74) 代理人 100099830
弁理士 西村 征生
Fターム(参考) 3K007 AB00 AB11 AB18 BB01 CA01
CB01 CC00 DA01 DB03 EB00
FA01

(54) 【発明の名称】 有機EL装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 装置製造のためのスルーボットを低下させることなく、高い整流比を得る。

【解決手段】 開示される有機EL装置10は、透明絶縁基板1上に、陽極2、正孔輸送層3、有機発光層4、第1の陰極5A及び第2の陰極5Bから成る素子主要部が形成された構成において、有機発光層4と第1の陰極5Aとの界面に酸素が含有されている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透明絶縁基板上に透明電極から成る陽極、少なくとも有機発光層を含む有機層、陰極を順次に積層して形成した素子主要部をキャップにより封止してなる有機 E L 装置であって、前記有機層と陰極との界面に酸素が含有されていることを特徴とする有機 E L 装置。

【請求項 2】 透明絶縁基板上に透明電極から成る陽極、少なくとも有機発光層を含む有機層、陰極を順次に積層して形成した素子主要部をキャップにより封止してなる有機 E L 装置であって、前記陰極は第 1 の陰極および第 2 の陰極から成り、前記有機層と第 1 の陰極との界面に酸素が含有されていることを特徴とする有機 E L 装置。

【請求項 3】 前記第 1 の陰極および第 2 の陰極が積層されていることを特徴とする請求項 2 記載の有機 E L 装置。

【請求項 4】 透明絶縁基板上に透明電極から成る陽極、少なくとも有機発光層を含む有機層、陰極を順次に積層して形成した素子主要部をキャップにより封止してなる有機 E L 装置であって、前記陰極は複数層から成り、前記有機層と接する前記複数層の陰極の内の第 1 の陰極中の酸素含有量が、前記有機層と接しない第 2 の陰極以降の陰極中の酸素含有量より大きいことを特徴とする有機 E L 装置。

【請求項 5】 前記陰極は 20～100 nm の膜厚を有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 に記載の有機 E L 装置。

【請求項 6】 透明絶縁基板上に透明電極から成る陽極、少なくとも有機発光層を含む有機層、陰極を順次に積層して形成した素子主要部をキャップにより封止してなる有機 E L 装置の製造方法であって、前記封止前に、前記素子主要部を形成した前記透明絶縁基板を真空装置内に配置し、該真空装置内を真空引きし、減圧した状態で前記有機層と陰極との界面に酸素を含有させることを特徴とする有機 E L 装置の製造方法。

【請求項 7】 透明絶縁基板上に透明電極から成る陽極、少なくとも有機発光層を含む有機層、複数層の陰極を順次に積層して形成した素子主要部をキャップにより封止してなる有機 E L 装置の製造方法であって、透明絶縁基板上に透明導電膜を形成後、該透明導電膜を所望の形状となるようにパターニングして陽極を形成する工程と、前記陽極を形成した透明絶縁基板を真空装置内に配置し、前記有機層及び複数層の陰極の内の第 1 の陰極を前記陽極上に真空雰囲気内で順次に積層して形成する工程と、

前記真空装置内に真空を維持した状態で酸素ガスを導入し、該酸素ガスを前記第 1 の陰極と接触させる工程と、第 2 の陰極以降の陰極を前記第 1 の陰極上に真空雰囲気

内で積層して前記素子主要部を形成する工程と、前記素子主要部をキャップにより封止する工程とを含むことを特徴とする有機 E L 装置の製造方法。

【請求項 8】 前記陰極を 20～100 nm の膜厚で形成することを特徴とする請求項 6 又は 7 記載の有機 E L 装置の製造方法。

【請求項 9】 前記酸素ガスを真空装置内の酸素分圧が $2 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-1}$ Pa となるように導入することを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の有機 E L 装置の製造方法。

【請求項 10】 前記真空装置として、真空蒸着装置を用いることを特徴とする請求項 6 乃至 9 のいずれか 1 に記載の有機 E L 装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、有機 E L (Electroluminescence) 装置及びその製造方法に係り、詳しくは、少なくとも有機発光層を含む有機層と陰極との界面に酸素を含有する素子主要部が形成された有機 E L 装置及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】情報機器等の表示デバイスに用いられる E L 素子の一種として、有機 E L 装置が開発されている。図 10 は、従来から知られている一般の有機 E L 装置の構成を概略的に示す図である。同有機 E L 装置は、図 10 に示すように、ガラス基板等から成る透明絶縁基板 51 と、透明絶縁基板 51 上に形成された ITO (Indium Tin Oxide: 酸化インジウム錫) 等の透明導電材料から成る陽極 (下部電極) 52 と、陽極 52 上に形成された正孔輸送層 53 と、正孔輸送層 53 上に形成された有機発光層 54 と、有機発光層 54 上に形成された AlLi (アルミニウムリチウム) 等から成る陰極 (上部電極) 55 と、陽極 52、正孔輸送層 53、有機発光層 54 及び陰極 55 から成る素子主要部が形成された透明絶縁基板 51 上に、素子主要部を覆うように封止樹脂 56 を介して取り付けられたガラス等から成るキャップ 57 とを備えている。上述の封止樹脂 56 としては例えば UV (Ultra-Violet: 紫外線) 硬化性樹脂が用いられて、光源から UV を含んだ光を封止樹脂 56 に照射することにより、硬化させて封止を行なっている。

【0003】ところで、有機 E L 装置は、有機発光層と陰極との界面が不完全である場合が多いので、もともと不安定な欠陥が存在している。この欠陥とは、界面準位を形成すべき個所に格子欠陥等による不純物準位が形成されることを意味しており、この欠陥の存在によって、本来流れるべきキャリアのパス以外にもパスが発生して、リーク電流が増加するようになる。さらに、陰極と陽極とがショートするおそれもある。したがって、有機 E L 装置の特性が不安定になり、高い整流比が得られず、単純マトリックス駆動を行った場合には画素ショ-

ト、クロストークが発生していた。

【0004】ここで、完全な界面とは、有機発光層と陰極との界面の界面準位に欠陥由来の準位がなく、半導体でいうところの熱励起電流注入によって電子注入がスムーズに行なえる状態、もしくはトンネルするための準位が安定に存在していることを意味している。逆に、不完全な界面とは、この界面準位が欠陥由来のために、数多く形成、消失を繰り返しており、注入特性が大きくばらつく状態をさしている。したがって、有機EL装置では、有機発光層と陰極との界面が完全になっていて、安定な界面準位が形成されることが望まれている。これによって、リーク電流の増加が抑制され、また陰極と陽極とのショートが回避されるので、有機EL装置の特性を安定化することができるようになる。

【0005】ここで、従来から、特性の安定化を図るために有機発光層等の素子要素を酸化性雰囲気内に封止するようにした有機EL装置が知られており、例えば特開平11-312580号公報に開示されている。同有機EL装置は、図11に示すように、ガラス基板61と、ガラス基板61上に形成されたITOから成る陽極62と、陽極62上に形成され例えば正孔輸送材料と発光層との積層膜から成る有機膜63と、有機膜63上に形成されたMgAg（マグネシウム銀）、LiF（フッ化リチウム）とアルミニウム（Al）との積層膜等の金属から成る陰極64と、素子要素（陽極62、有機膜63及び陰極64）に密着しないようにUV硬化性樹脂等から成る樹脂65により封止された筐体66とを備えている。

【0006】ここで、封止空間内には、酸化性ガスを含むガスが封入され、具体的には、酸化性ガス（ O_2 、 N_2 、 O 等）と非酸化性ガス（ N_2 、Ar、He等の不活性ガス）との混合ガスが用いられて、酸化性ガスの濃度は、0.1～20%に設定されている。ここで、混合ガスの封入は、素子要素を形成したガラス基板61を成膜室から筐体66がセットされている真空状態の予備排気室に搬送して、この予備排気室で混合ガスを大気圧になるまで導入するように行い、UVランプで封止用樹脂を硬化させて筐体66を封止している。このような構成により、陽極62と陰極64との間がパーティクルによって短絡していても、酸化性ガスによりパーティクルが酸化されて絶縁物になるので、両電極62、64間の絶縁性が修復されて、素子寿命の向上が図れるとされている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平11-312580号公報記載の有機EL装置及びその製造方法では、陽極と陰極との間のパーティクルによる短絡防止しか考慮されていないので、装置製造のためのスルーブットを低下させることなく、高い整流比を得るのが困難である、という問題がある。すなわち、上記公報においては、封止前に酸化性ガスと非酸化性ガスとの

混合ガスを導入することにより、陽極62と陰極64との間に存在するパーティクルを酸化性ガスにより酸化して、素子寿命の向上を図っている。この場合、有機EL装置の陰極64の膜厚は、公報の段落0025に記載されているように、180nmと比較的厚く形成されているので、この厚い膜厚の陰極64に起因して整流比が高くとれなくなっている。このため、整流比を高くしようとすると、陰極64の膜厚を薄く形成する必要があるもので、有機EL装置製造の歩留まりが悪くなって、スルーブットが低下するのが避けられなくなる。

【0008】この発明は、上述の事情に鑑みてなされたもので、装置製造のためのスルーブットを低下させることなく、高い整流比を得ることができるようにした有機EL装置及びその製造方法を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1記載の発明は、透明絶縁基板上に透明電極から成る陽極、少なくとも有機発光層を含む有機層、陰極を順次に積層して形成した素子主要部をキャップにより封止してなる有機EL装置に係り、上記有機層と陰極との界面に酸素が含有されていることを特徴としている。

【0010】また、請求項2記載の発明は、透明絶縁基板上に透明電極から成る陽極、少なくとも有機発光層を含む有機層、陰極を順次に積層して形成した素子主要部をキャップにより封止してなる有機EL装置に係り、上記陰極は第1の陰極および第2の陰極から成り、上記有機層と第1の陰極との界面に酸素が含有されていることを特徴としている。

【0011】また、請求項3記載の発明は、請求項2記載の有機EL装置に係り、上記第1の陰極および第2の陰極が積層されていることを特徴としている。

【0012】また、請求項4記載の発明は、透明絶縁基板上に透明電極から成る陽極、少なくとも有機発光層を含む有機層、陰極を順次に積層して形成した素子主要部をキャップにより封止してなる有機EL装置に係り、上記陰極は複数層から成り、上記有機層と接する上記複数層の陰極の内の第1の陰極中の酸素含有量が、上記有機層と接しない第2の陰極以降の陰極中の酸素含有量より大きいことを特徴としている。

【0013】また、請求項5記載の発明は、請求項1乃至4のいずれか1に記載の有機EL装置に係り、上記陰極は20～100nmの膜厚を有することを特徴としている。

【0014】また、請求項6記載の発明は、透明絶縁基板上に透明電極から成る陽極、少なくとも有機発光層を含む有機層、陰極を順次に積層して形成した素子主要部をキャップにより封止してなる有機EL装置の製造方法に係り、上記封止前に、上記素子主要部を形成した上記

透明絶縁基板を真空装置内に配置し、該真空装置内を真空引きし、減圧した状態で上記有機層と陰極との界面に酸素を含有させることを特徴としている。

【0015】また、請求項7記載の発明は、透明絶縁基板上に透明電極から成る陽極、少なくとも有機発光層を含む有機層、複数層の陰極を順次に積層して形成した素子主要部をキャップにより封止してなる有機EL装置の製造方法に係り、透明絶縁基板上に透明導電膜を形成後、該透明導電膜を所望の形状となるようにパターンニングして陽極を形成する工程と、上記陽極を形成した透明絶縁基板を真空装置内に配置し、上記有機層及び複数層の陰極の内の第1の陰極を上記陽極上に真空雰囲気内で順次に積層して形成する工程と、上記真空装置内に真空を維持した状態で酸素ガスを導入し、該酸素ガスを上記第1の陰極と接触させる工程と、第2の陰極以降の陰極を上記第1の陰極上に真空雰囲気内で積層して上記素子主要部を形成する工程と、上記素子主要部をキャップにより封止する工程とを含むことを特徴としている。

【0016】また、請求項8記載の発明は、請求項6又は7記載の有機EL装置の製造方法に係り、上記陰極を20～100nmの膜厚で形成することを特徴としている。

【0017】また、請求項9記載の発明は、請求項7又は8記載の有機EL装置の製造方法に係り、上記酸素ガスを真空装置内の酸素分圧が $2 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-1}$ Paとなるように導入することを特徴としている。

【0018】また、請求項10記載の発明は、請求項6乃至9のいずれか1に記載の有機EL装置の製造方法に係り、上記真空装置として、真空蒸着装置を用いることを特徴としている。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、この発明の実施の形態について説明する。説明は、実施例を用いて具体的にを行う。図1は、この発明の一実施例である有機EL装置の構成を示す断面図、図2は同有機EL装置の製造方法の構成を工程順に示す工程図、図3は同有機EL装置の製造方法の主要工程に用いられる真空蒸着装置の構成を概略的に示す図、また、図4は同有機EL装置の整流特性を示す図、図5は図4の比較例における整流特性を示す図である。この例の有機EL装置10は、図1に示すように、ガラス基板等から成る透明絶縁基板1と、透明絶縁基板1上に形成されたITO等の透明導電材料から成る陽極2と、陽極2上に形成された α -NPD等から成る正孔輸送層3と、正孔輸送層3上に形成されたAlq3等から成る有機発光層4と、有機発光層4上に形成されたAlLi等から成る膜厚が20～100nmの第1の陰極5Aと、第1の陰極5Aの表面に酸素を接触させた後第1の陰極5A上に形成されたAl等から成る第2の陰極5Bと、陽極2、正孔輸送層3、有機発光層4、第1の陰極5A及び第2の陰極5Bから成

る素子主要部が形成された透明絶縁基板1上に、素子主要部を覆うように封止樹脂6を介して取り付けられたガラス等から成るキャップ7とを備えている。

【0020】この例の有機EL装置10によれば、第1の陰極5A形成後その上に酸素を接触させることにより、酸素が第1の陰極5A表面から内部に入り込み、有機発光層4と第1の陰極5Aとの界面に酸素が拡散し、界面に存在している欠陥を埋めるため、不安定な準位が安定になるので、完全な界面に形成される。これにより、リーク電流の増加が抑制され、また陰極と陽極とのショートが回避されるので、有機EL装置の特性を安定化することができるようになる。また、第1の陰極5Aと第2の陰極5Bとにより構成される陰極の厚膜化を図ることができるので、配線抵抗を小さくできる。これにより、発光時の輝度むらを抑えることができるようになる。

【0021】次に、図2を参照して、同有機EL装置の製造方法について工程順に説明する。まず、図2(a)に示すように、十分に洗浄されたガラス基板等から成る透明絶縁基板1上に、スパッタ法により、透明導電膜として膜厚が略150nmのITOを成膜する。次に、周知のフォトリソグラフィ法により、ITOを、EL素子の発光面積を2mm \square となるようにパターンニングして陽極2を形成した後、基板1をIPA(Iso-Propyl Alcohol)、純水を用いて洗浄した後、IPAで超音波洗浄を行い、続いてUVオゾン洗浄器を用いて洗浄して、その表面の残留有機物を除去した。

【0022】次に、図2(b)に示すように、陽極2上に正孔輸送層3及び有機発光層4を順次に形成する。これら正孔輸送層3及び有機発光層4の形成は、次のようにして行った。まず、正孔輸送材料として、 α -NPD(N,N'-ジフェニル(diphenyl)-N,N'-ビス(bis)(1-ナフチル(naphthyl))- (1,1'-ビフェニル(biphenyl))- (4,4'-ジアミン(diamine)))を100mg供給したモリブデン製のボート(第1のボート)と、発光材料として、Alq3(tris-8-quinolinol) aluminumを100mg供給したモリブデン製のボート(第2のボート)を、それぞれ別々の蒸発源となるように真空蒸着装置内に配置した。次に、基板1を同真空蒸着装置内に収容した後、装置内を 2×10^{-4} Pa(Pascal)の真空度になるまで排気し、到達した時点で第1のボートの加熱を開始した。そして、第1のボート内の α -NPDが蒸発速度0.3nm/secの一定速度になるまで加熱温度を制御した後、予め真空蒸着装置内の上部に設けられているシャッターを開放して、 α -NPDの成膜を開始し、膜厚が略50nmに到達した時点でシャッターを閉じて、 α -NPDの成膜を終了させた。

【0023】次に、同様に、第2のボート内のAlq3が蒸発速度0.3nm/secの一定速度になるま

で加熱温度を制御した後、予め真空蒸着装置内の上部に設けられているシャッターを開放して、A1q3の成膜を開始し、膜厚が略55nmに到達した時点でシャッターを閉じて、A1q3の成膜を終了させた。以上により、陽極2上に、 α -NPDから成る正孔輸送層3及びA1q3から成る有機発光層4を形成した。

【0024】次に、真空を維持したまま、上記真空蒸着装置に接続された、図3に示すような別の真空蒸着装置20内に基板1を移動させて、図2(c)に示すように、有機発光層4上に第1の陰極5Aを形成する。真空蒸着装置20は、図3に示すように、容器(チャンパー)11と、容器11内の底部に設けられたポート支持台12A、12Bと、容器11内の上部に設けられた基板支持体13及びシャッター14と、シャッター14の水平方向の位置を制御するシャッター駆動部15と、容器11の外部に用意された酸素ガス源16と、酸素ガス源16からガス導入端子口17に酸素ガスを供給するガス管18と、ガス管18の途中位置に設けられたマスフローコントローラ19とを備えている。

【0025】真空蒸着装置20の容器11内には予め、A1Li(アルミニウムリチウム)を1g供給したモリブデン製のポート(第3のポート)21A、及び、アルミニウムを1g供給したモリブデン製のポート(第4のポート)21Bがそれぞれ抵抗加熱源(図示せず)に接続されて配置されている。また、真空蒸着装置20の容器11内にガス導入端子口17から導入される酸素ガスはマスフローコントローラ19により流量が制御される。そして、この真空蒸着装置20の容器11内を排気し 4×10^{-4} Paの真空度以下に到達した時点で、上記第3のポート21Aを抵抗加熱源により加熱して、第3のポート21A内のA1Liが蒸発速度 0.4 nm/s の一定速度になるまで加熱温度を制御した後、容器11内の上部に設けられているシャッター14をシャッター駆動部15により水平方向に移動させることで開放して、A1Liの成膜を開始し、膜厚が略60nmに到達した時点でシャッター14を閉じて、A1Liの成膜を終了させた。以上により、有機発光層4上に、A1Liから成る第1の陰極5Aを形成した。

【0026】次に、有機発光層4と第1の陰極5Aとの界面に酸素を含有させるため、真空蒸着装置20内に酸素ガスを導入する。真空蒸着装置20の酸素ガス源16からガス管18を通じてガス導入端子口17から容器11内に導入される酸素ガスの流量を、マスフローコントローラ19により略10SCCM(Standard Cubic Centimeter per Minute)に制御した。このときの真空度は 4×10^{-2} Paであった。略5分後に、酸素ガスの導入を停止して、容器11内を 4×10^{-4} Paの真空度になるまで排気した後、第4のポート21Bを抵抗加熱源により加熱して、第4のポート21B内のAlが蒸発速度 0.4 nm/s の一定速度になるまで加熱温度を制

御した後、シャッター14を開放して、Alの成膜を開始し、膜厚が略200nmに到達した時点でシャッター14を閉じて、Alの成膜を終了させた。以上により、第1の陰極5A上に、図2(d)に示すように、Alから成る第2の陰極5Bを形成した。これによって、透明絶縁基板1上には陽極2、正孔輸送層3、有機発光層4、第1の陰極5A及び第2の陰極5Bから成る素子主要部が形成されたことになる。上記第2の陰極5Bの形成工程の前の工程の酸素ガスの導入が真空を維持した状態で行なわれているので、第2の陰極5Bの形成時の真空引きの時間は短縮されるため、結果的にプロセス時間を短縮することができる。

【0027】上述のように酸素ガスを容器11内に導入することにより、有機発光層4と第1の陰極5Aとの界面に酸素が含有される。そして、この酸素は、有機発光層4と第1の陰極5Aとの界面に安定した準位を形成するように作用し、それゆえ、有機発光層4と第1の陰極5Aとの界面は完全な界面に形成される。さらに、第1の陰極5A上には第2の陰極5Bが形成され、第1の陰極5Aとともに陰極として働く。

【0028】次に、基板1を封止室に移動した後、図2(d)に示すように、例えばガラス製のキャップ7を用いて、例えばUV硬化性の封止樹脂6を介して透明絶縁基板1に接着することにより封止して、有機EL装置10を完成させた。この封止時において、封止樹脂6を硬化させるときは、UV照射は、陽極2、正孔輸送層3、有機発光層4、第1の陰極5A及び第2の陰極5Bから成る素子主要部を遮光して、封止樹脂6にのみ行うようにした。

【0029】上述したような有機EL装置の製造方法によれば、封止前に、素子特性を安定化すべく有機発光層4と第1の陰極5Aの界面に酸素を含有させるための酸素ガスの導入は、基板1を真空蒸着装置20の容器11内に配置して真空に維持した状態で行うので、プロセス時間を短縮することができる。

【0030】次に、半導体パラメータアナライザーを用いて、この例の有機EL装置の製造方法により製造された有機EL装置10の整流特性を測定した。測定は、有機EL装置10の陽極2と第2の陰極5Bとの間に順方向電圧及び逆方向電圧を印加して行った。なお、有機EL装置の発光面積は 2 mm^2 であった。図4は、上述の測定により得られた有機EL装置の整流特性の一例を示す図で、照射波長 λ として400nmの光を照射した場合を示し、縦軸は電流値を、横軸は印加電圧を示している。ここで、順方向印加電圧8Vにおける順方向電流 I_f と、逆方向印加電圧-8Vにおける逆方向電流 I_r との比を整流比(I_f/I_r)とした場合、逆方向電流 I_r はほとんど流れないので、 4.0×10^8 と大きな整流比が得られ、優れた整流特性を示すのを確認した。

【0031】また、比較例として、第1の陰極5Aを形

成した後の酸素ガスの導入を不要にした点を除いて、この例の有機EL装置の製造方法と略同様な製造方法により製造した有機EL装置から得られた整流比を、図5に示す。この比較例では、逆方向電圧印加時に逆方向電流 I_r が流れるので、 6.8×10^2 と小さな整流比しか得られず、整流特性が悪化しているのを確認した。

【0032】図4と図5とを比較して明らかなように、図4に示したように、第1の陰極5Aを形成した後に酸素ガスを導入して有機発光層4と第1の陰極5Aとの界面に酸素を含有させたこの例の有機EL装置によれば、大きな整流比を得ることができる。この理由は、上記したように、第1の陰極5Aを形成した後に酸素ガスを導入して有機発光層4と第1の陰極5Aとの界面に酸素を含有させたことにより、有機発光層4と第1の陰極5Aとの界面が完全な界面に形成されたためであると思われる。一方、図5に示したように、比較例で整流特性が悪いのは、第1の陰極5Aを形成した後に酸素ガスを導入しないため、有機発光層4と第1の陰極5Aとの界面に酸素が含有されないの、有機発光層4と第1の陰極5Aとの界面が完全に形成されなかったためであると思われる。

【0033】なお、この発明の発明者の実験及び分析結果によれば、有機層上に陰極を積層した後酸素を接触させると、酸素が陰極層内に入り込み、有機層と陰極との界面に酸素が到達し、整流特性が向上することが確認された。すなわち、有機層と陰極との界面に存在している欠陥に酸素が入り込み、この酸素が不純物準位を消失させる作用があると考えられる。これは、有機層上に陰極を積層した際に発生する欠陥に酸素が埋め込まれた状態であり、有機層上に予め金属酸化物を均一に積層後に陰極をさらに積層した状態とは異なる。ここで、真空装置内の酸素分圧を $2 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ とすると、特に優れた効果が得られることが確かめられた。図6は、これを裏付ける整流比を示している。また、比較例として、酸素分圧を $2 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ の範囲以外に選んだ場合に得られた整流比を、図7に示す。

【0034】図6において、No. 1は酸素分圧を 2×10^{-4} に設定した場合で、整流比は 3×10^8 が得られた。同様に、No. 2は酸素分圧を 2×10^{-3} に設定した場合で、整流比は 2×10^8 が得られ、No. 3は酸素分圧を 5×10^{-2} に設定した場合で、整流比は 1×10^8 が得られ、No. 4は酸素分圧を 1×10^{-1} に設定した場合で、整流比は 2.8×10^8 が得られた。これらの整流比はいずれも高い値を示している。

【0035】一方、図7において、No. 1は酸素分圧を 1×10^{-4} に設定した場合で、整流比は 3×10^4 が得られた。同様に、No. 2は酸素分圧を 2×10^{-5} に設定した場合で、整流比は 2×10^4 が得られた。これらの整流比の値は、図6で得られた各整流比に比べて、かなり小さくなっており、整流特性が悪化している

ことを示している。

【0036】図6と図7とを比較して明らかなように、図6に示したように、酸素分圧を $2 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ の範囲に設定することにより、特に大きな整流比を得ることができる。一方、図7に示したように、酸素分圧を $2 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ の範囲以外に設定した場合には、スループットの低下や過剰な酸素の消費を招くので、好ましくなく、整流比を大きくできない。

【0037】また、この発明の発明者の実験及び分析結果によれば、第1の陰極5Aの膜厚を $20 \sim 100 \text{ nm}$ にすると、特に優れた効果が得られることが確かめられた。図8は、これを裏付ける整流比を示している。また、比較例として、第1の陰極5Aの膜厚を $20 \sim 100 \text{ nm}$ の範囲以外に選んだ場合に得られた整流比を、図9に示す。

【0038】図8において、No. 1は第1の陰極5Aの膜厚を 20 nm に設定した場合で、整流比は 3.9×10^8 が得られた。同様に、No. 2は第1の陰極5Aの膜厚を 40 nm に設定した場合で、整流比は 1.2×10^8 が得られ、No. 3は第1の陰極5Aの膜厚を 70 nm に設定した場合で、整流比は 1.6×10^8 が得られ、No. 4は第1の陰極5Aの膜厚を 100 nm に設定した場合で、整流比は 2.7×10^8 が得られた。これらの整流比はいずれも高い値を示している。

【0039】一方、図9において、No. 1は第1の陰極5Aの膜厚を 10 nm に設定した場合で、整流比は 1.0×10^5 が得られた。同様に、No. 2は第1の陰極5Aの膜厚を 200 nm に設定した場合で、整流比は 6.9×10^3 が得られ、No. 3は第1の陰極5Aの膜厚を 300 nm に設定した場合で、整流比は 4.2×10^2 が得られ、No. 4は第1の陰極5Aの膜厚を 500 nm に設定した場合で、整流比は 5.2×10^2 が得られた。これらの整流比の値は、図8で得られた各整流比に比べて、かなり小さくなっており、整流特性が悪化していることを示している。

【0040】図8と図9とを比較して明らかなように、図8に示したように、第1の陰極5Aの膜厚を $20 \sim 100 \text{ nm}$ の範囲に設定することにより、特に大きな整流比を得ることができる。一方、図9に示したように、第1の陰極5Aの膜厚を $20 \sim 100 \text{ nm}$ の範囲以外に設定した場合には、整流比を大きくできない。第1の陰極5Aの膜厚が 20 nm よりも小さいと、第1の陰極5Aの膜厚が疎となり、高い整流比が得られない。また、第1の陰極5Aの膜厚が 100 nm よりも大きいと、酸素が陰極内に入り込んで有機層と陰極との界面に到達する量が少なくなり、整流比が小さくなる。なお、略 100 nm の第1の陰極5Aの膜厚では、電気抵抗が高く、輝度斑等の表示不良が発生することがあるため、酸素と接触させた後に陰極を厚膜化、すなわち第2の陰極5B以降の陰極を積層することが好ましい。なお、酸素を陰極

に接触させることで整流特性は向上するが、これを再度真空装置内で真空引きすると、整流特性が若干低下することを確認された。このことから、欠陥に分子状の酸素が吸着されたような状態で存在する可能性が示唆された。

【0041】このように、この例の有機EL装置によれば、透明絶縁基板1上に、陽極2、正孔輸送層3、有機発光層4、第1の陰極5A及び第2の陰極5Bから成る素子主要部が形成された構成において、有機発光層4と第1の陰極5Aとの界面に酸素を含有されているので、界面に安定した準位が形成される。また、この例の有機EL装置の製造方法によれば、陽極2、正孔輸送層3、有機発光層4及び第1の陰極5Aを形成した透明絶縁基板1を真空蒸着装置20内に配置して真空中に維持した状態で、酸素ガスを導入して、有機発光層4と第1の陰極5Aとの界面に酸素を有層させるので、プロセス時間を短縮することができる。したがって、装置製造のためのスループットを低下させることなく、高い整流比を得ることができる。

【0042】以上、この発明の実施例を図面により詳述してきたが、具体的な構成はこの実施例に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計の変更などがあってもこの発明に含まれる。例えば、透明絶縁基板上に形成する陽極はITOを用いた例で説明したが、透明導電材料であればITOに限らずに例えばSnO₂（酸化錫）等の他の電極材料を用いることができる。また、陰極についてもAlLiに限らずに、例えばAl、MgAg等の他の電極材料を用いることができる。また、正孔輸送材料についてもα-NPDに限らずに、例えば、ビス（ジ（p-トリル）アミノフェニル）-1、1'-シクロヘキサン、N、N'-ジフェニル-N、N'-ビス（3-メチルフェニル）-1,1'-ビフェニル-4、4'-ジアミン、N、N'-ジフェニル-N-N'-ビス（1-ナフチル）-（1、1'-ビフェニル）-4、4'-ジアミン、スターバースト型分子等の他の材料を用いることができる。

【0043】また、実施例では陽極、正孔輸送層、有機発光層、第1の陰極及び第2の陰極から成る構成の素子主要部を形成する例で説明したが、有機層と陰極層との界面が形成されている構成であればこれに限らず、陽極、有機発光層及び陰極から成る構成等の他の構成の素子主要部を形成することもできる。また、陰極が複数層から成る構成では、少なくとも有機発光層を含む有機層と接する複数層の陰極の内の第1の陰極中の酸素含有量が、有機層と接しない第2の陰極以降の陰極中の酸素含有量より大きくなっていけばよい。

【0044】

【発明の効果】以上説明したように、この発明の有機EL装置によれば、透明絶縁基板上に、有機発光層と陰極との界面を有する素子主要部が形成された構成におい

て、有機発光層と陰極との界面に酸素が含有されているので、界面に安定した準位が形成される。また、この発明の有機EL装置の製造方法によれば、有機発光層と陰極との界面を有する素子主要部が形成された透明絶縁基板を真空装置内に配置して真空中に維持した状態で、酸素ガスを導入して、有機発光層と陰極との界面に酸素を有層させるので、プロセス時間を短縮することができる。したがって、装置製造のためのスループットを低下させることなく、高い整流比を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例である有機EL装置の構成を示す断面図である。

【図2】同有機EL装置の製造方法の構成を工程順に示す工程図である。

【図3】同有機EL装置の製造方法の主要工程に用いられる真空蒸着装置の構成を概略的に示す図である。

【図4】同有機EL装置の整流特性を示す図である。

【図5】図4の比較例における整流特性を示す図である。

【図6】この発明において真空蒸着装置内の酸素分圧を変化させた場合に得られた整流比を示す図である。

【図7】図6の比較例における整流比を示す図である。

【図8】この発明において有機EL装置の陰極の膜厚を変化させた場合に得られた整流比を示す図である。

【図9】図8の比較例における整流比を示す図である。

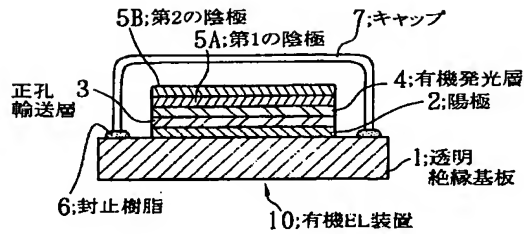
【図10】一般の有機EL装置の構成を概略的に示す図である。

【図11】従来の有機EL装置の構成を概略的に示す図である。

【符号の説明】

- | | |
|---------|-------------|
| 1 | 透明絶縁基板 |
| 2 | 陽極 |
| 3 | 正孔輸送層 |
| 4 | 有機発光層 |
| 5A | 第1の陰極 |
| 5B | 第2の陰極 |
| 6 | 封止樹脂 |
| 7 | キャップ |
| 10 | 有機EL装置 |
| 11 | 容器（チャンバー） |
| 12A、12B | ポート支持台 |
| 13 | 基板支持体 |
| 14 | シャッター |
| 15 | シャッター駆動部 |
| 16 | 酸素ガス源 |
| 17 | ガス導入端子口 |
| 18 | ガス管 |
| 19 | マスフローコントローラ |
| 20 | 真空蒸着装置 |
| 21A、21B | ポート |

【図1】



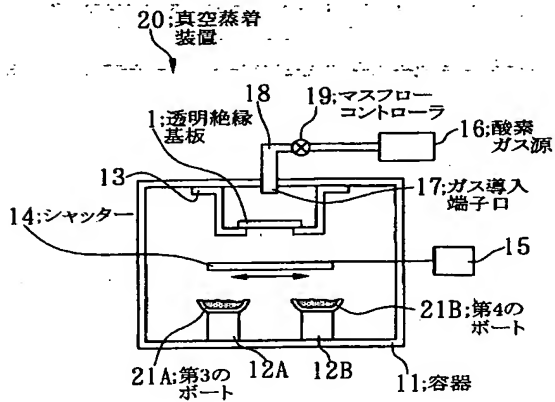
【図6】

No.	酸素分圧 (Pa)	整流比 (8V印加時)
1	2×10^{-4}	3×10^8
2	2×10^{-3}	2×10^8
3	5×10^{-2}	1×10^8
4	1×10^{-1}	2.8×10^8

【図9】

No.	第一陰極膜厚 (nm)	整流比 (8V印加時)
1	10	1.0×10^6
2	200	6.9×10^3
3	300	4.2×10^2
4	500	5.2×10^2

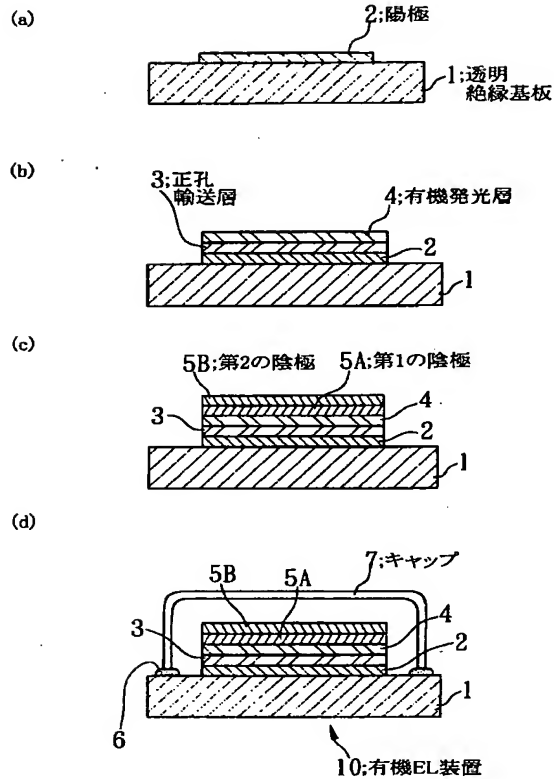
【図3】



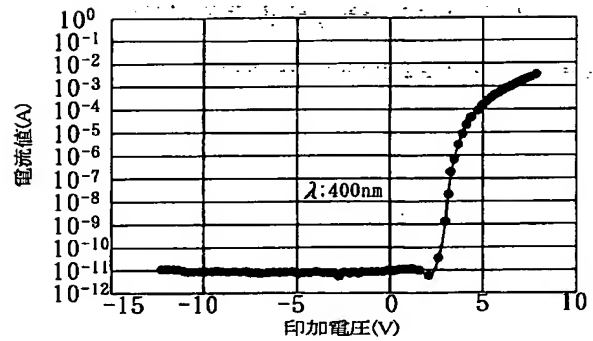
【図7】

No.	酸素分圧 (Pa)	整流比 (8V印加時)
1	1×10^{-4}	3×10^4
2	2×10^{-6}	2×10^4

【図2】



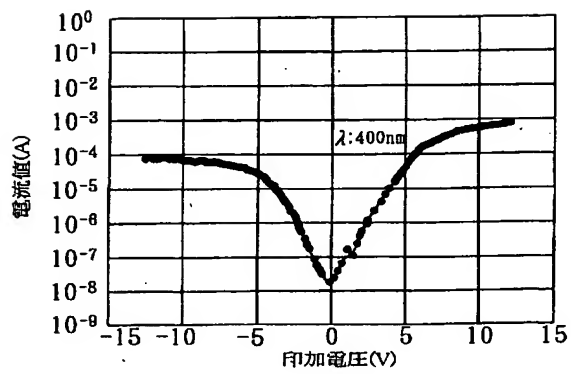
【図4】



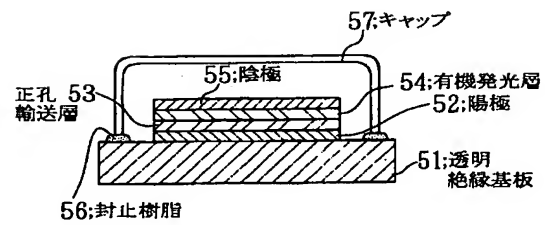
【図8】

No.	第一陰極膜厚 (nm)	整流比 (8V印加時)
1	20	3.9×10^8
2	40	1.2×10^8
3	70	1.6×10^8
4	100	2.7×10^8

【図5】



【図10】



【図11】

